

А.М. ІВАНОВ, докт. техн. наук, проф., ХДТУБА, м. Харків

ВПЛИВ МІСЦЯ ВВОДУ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТРУБНИХ МЛИНІВ

Запропоновані рішення з використання відходів целюлозо-паперової промисловості як поверхнево-активних речовин для інтенсифікації помелу в трубних млинах та визначено місце подачі їх у першу камеру трубних цементних млинів

Предложены решения по использованию отходов целлюлозно-бумажной промышленности в качестве поверхностно-активных веществ для интенсификации помола в трубных мельницах и определено место подачи их в первую камеру трубных цементных мельниц.

Suggested solutions for the use of waste cellulose-paper industry as a surface-active substances for intensifying grinding in tube mills and established the place of filing in the first chamber tube cement mills

У наш час застосування поверхнево-активних речовин (ПАР) при здрібнюванні матеріалів у трубних млинах загальновідомо й загальновизнано. Однак, ефективність застосування ПАР багато в чому залежить від способу їх уведення в млин.

Різними роботами підтверджене, що донедавна широко розповсюджений спосіб уведення ПАР на тарілчастий живильник малоефективний: поки добавка рівномірно розподілиться по поверхні всього матеріалу він устигає пройти камеру тонкого здрібнювання.

При такому способі введення ПАР їх функція зводиться в основному до усунення налипання матеріалу, що подрібнюється.

Застосування ПАР супроводжується не тільки зниженням міцності матеріалів, що розмелюються.

Адсорбція ПАР створює оболонку навколо часток матеріалу, тим самим запобігаючи агрегуванню й налипанню.

Вплив ПАР на процес руйнування матеріалів пояснює ефект адсорбційного зниження міцності, відкритий П.А. Ребиндером. ПАР знижує поверхневу енергію матеріалу, що руйнується, зменшуючи роботу утвору нових поверхонь.

Найтонші плівки ПАР мають більший надлишок вільної енергії, яка утворюється за рахунок енергії змочування.

При введенні ПАР у першу камеру в тонкорозпиленому стані їх дії значно ефективніше, тому що із самого початку процесу здрібнювання стикаються зі знову оголеними поверхнями матеріалу, що розмелюється, абсорбуються на їхніх поверхнях і діють ще і як знижувачі твердості.

Найкращі умови введення ПАР в млин у розпиленому виді створюються в тому випадку, якщо вони розчинені у воді.

Водяний розчин ПАР легко розпилюється за допомогою спеціальних пристроїв і крім того мінерали багатьох матеріалів мають високу гідрофільність (наприклад, цементний клінкер) і сильно адсорбують на знову утворених поверхнях воду.

Уже сама вода, як указують деякі автори, викликає значне адсорбційне зниження міцності матеріалів при їх помелі.

При здрібнюванні цементного клінкера подача води в тонкодисперсному виді в останню камеру дозволила підвищити продуктивність млина.

Крім того, подача води в область високих температур забезпечує ефективний відбір тепла.

Автором запропоновано уведення ПАР в трубні млини при помелі цементного клінкеру в першу камеру в тонкорозпиленому виді.

При такому способі введення ПАР зниження міцності матеріалів на самому початку процесу обумовлює зниження середньозваженого діаметра кулі за рахунок видалення з асортиментів завантаження куль більших діаметрів, що позитивно позначається на роботі млина в цілому.

Застосування ПАР супроводжується не тільки зниженням міцності матеріалів, що розмелюються.

Адсорбція ПАР створює оболонку навколо часток матеріалу, тим самим запобігаючи агрегування й налипанню.

Важливо подавати ПАР не просто в першу камеру, але ще й знати на яку саме ділянку її це треба робити.

Дане питання має велике значення при розпилі ПАР в перші камери трубних цементних млинів для інтенсифікації процесу помела клінкеру й добавок.

Це пов'язане з тим, що з технологічних міркувань кількість ПАР, які подають у трубні млини, дуже незначна (як правило, не перевищує 0,3 % від ваги ПАР).

Тому дуже важливо з максимальною ефективністю використати цю невелику кількість ПАР, тобто визначити оптимальну зону розпилу ПАР по до-

вжині першої камери млина.

Оскільки на різних ділянках млина, згідно діаграми помела, перебувають фракції клінкера різної крупності, то практично питання зводиться до встановлення залежності впливу ПАР на міцність часток клінкеру різних розмірів з метою виявлення оптимальної зони подачі ПАР усередину першої камери трубного цементного млина.

Автором були проведені промислові дослідження по визначенню впливу ПАР на міцність клінкеру, а також дослідження по виявленню оптимальної зони розпилю ПАР усередину першої камери які показали, що у першій камері найбільшу опірність здрібнюванню мають фракції клінкеру 1 – 2 мм.

Так, згідно діаграмі помела, на ділянці млина, де зміст цієї фракції максимальний, спостерігається уповільнення процесу здрібнювання, тому доцільно використовувати поверхнево-активну добавку саме на цій ділянці першої камери млина.

Дослідження проводили на промисловому млині розміром 1×7м.

За поверхнево-активну речовину використовували 10 %-ний водяний розчин триетаноламіна (ТЕА).Слід нагадати, що ТЕА є відходом виробництва паперу.

Поверхнево-активна речовина розпилювалась за допомогою пневмофорсунки на ділянки, довжина яких від початку барабана млина знаходилась в межах від 0,75 до 1,75 діаметра млина, де дисперсність матеріалу, що подрібнюється, складала 75 – 50 % класу + 80 мкм, що відповідало найбільшій кількості важкоподрібнюваній фракції 1 – 2 мм.

Отримані дані приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вплив зони розпилю ПАР на тонину помела цементу

Характеристика режиму помелу	Залишок на ситі 008, %	Питома поверхня, $\text{см}^2/\text{г}$	Фракція 0,2 – 30 мкм, %	Активність, 28 діб, $\text{кгс}/\text{см}^2$	Питома витрата енергії, кВт/т
Помел без уведення ТЕА	11,1	3020	50	474	35,4
З уведенням 0,025 – 0,3 % ТЕА на весь матеріал першої камери	8,3	3110	54	514	33,6
З уведенням 0,01 – 0,15 % ТЕА в зону важкоподрібнюваної фракції	5,7	3420	60	575	32,3

Для одержання порівняльних даних були проведені помели з уведенням поверхнево-активної речовини шляхом розпилення її розчину спочатку на всю поверхню матеріалу першої камери млина, потім тільки на ділянку з важкоподрібнюваною фракцією та без уведення поверхнево-активної речовини.

Продуктивність млина у всіх трьох випадках підтримувалася сталою.

При помелах фіксувалася тонина помела готового продукту та питома витрата електроенергії.

Спрямоване введення ПАР в зону важкоподрібнюваних фракцій дозволяє знизити витрати поверхнево-активної речовини, підвищити питому поверхню цементу на 10 – 15 % при тім же часі помела у порівнянні з відомим способом, а так само знизити питомі витрати електроенергії.

НДІЩемент(ом) був розроблений новий ефективний і порівняно дешевий ПАР, отриманий на основі лігносульфонатів технічних – ЛСТМ-1 (модифікований ТЕА).

Частка вмісту ТЕА в інтенсификаторі ЛСТМ-1 не перевищує 0,1 %.

Дія, що інтенсифікує ПАР, які утворюють адсорбційно-активне середовище, зв'язана зі зниженням міцності матеріалу, що подрібнюється, на стадії грубого помела, зменшенням налипання й агрегування на стадії тонко-го здрібнювання, а також зміною рухливості цементу.

Ефективність дії ПАР підвищується при здрібнюванні клінкерів з високими дефектністю структури й адгезійно-аутогезійними властивостями та знижується при помелі клінкеру з легкоздрібнюваними пористими добавками, а також з добавками, що знижують ступінь налипання (пісок, трепел, шлаки), при вологості шихти більш 1,5 – 2 % [1, 2].

Дослідження впливу місця контакту та кількості нового інтенсификатора помелу ЛСТМ-1 на процес здрібнювання (дисперсні характеристики, продуктивність, питомі енерговитрати) проводилися на цементних млинах розміром 3×14 м, що працюють по відкритому циклі помела, при здрібнюванні бездодакового портландцементу марки 500 і марки 400 з добавкою 15 – 17 % основного шлаку.

Результати дослідів наведені в табл. 2.

Досліди проводили на п'ятих режимах, що відрізнялися кількістю ЛСТМ-1 і способом його подачі.

У режимі 1 млин працював без використання ЛСТМ-1.

Таблиця 2

Вплив режиму подачі ЛСТМ-1 на чинники помела

Номер режиму	Номер режиму		Продуктивність Q, т/год	Питома витрата електроенергії Э, кВт·год/т	Межа міцності при стиску R _{сж28} , МПа	Э/R _{сж28} , 10 ⁻² , кВтг/т/МПа
	ΣR ₀₀₈ , %	S, див ² /м				
Портландцемент марки 500						
1	10,0	3040	46,2	42,8	50,5	84,7
2	9,2	2810	48,4	40,6	50,4	80,6
3	9,0	2830	51,1	38,1	50,9	74,9
4	10,1	2820	51,9	37,4	50,0	74,9
5	9,3	2800	52,8	37,0	51,4	72,0
Портландцемент марки 400						
6	12,4	2830	44,6	44,0	42,7	103,0
7	11,9	2900	46,8	41,7	42,1	99,0
8	12,0	2840	48,9	40,1	42,0	95,5
9	10,3	2950	50,2	38,7	43,4	89,2
10	10,2	3080	51,8	37,8	45,4	83,3

Примітка: На режимах 2 і 7 добавку подавали на тарілчастий живильник. Кількість ЛСТМ-1, % на режимах 2, 3, 7 і 8 – 0,01; на режимах 4 і 9 – 0,015; на режимах 5 і 10 – 0,02.

У режимах 2 і 7 водяний розчин ЛСТМ-1 подавали безпосередньо на тарілчастий живильник, у режимах 3, 8, 4, 9, 5 і 10 інтенсифікатор помела ЛСТМ-1 вводили в першу камеру млина за допомогою спеціальної пневмофорсунки в тонкодисперсному (розпиленому) стані на визначену ділянку млина, яку, відповідно до рекомендацій автора, визначали на основі аналізу діаграми помела як місце перебування найбільш міцної фракції і з урахуванням рухливості ПАР.

У нашому випадку ця ділянка складала 1,5 – 2,5 м від кришки корпуса млина. В усіх випадках ЛСТМ -1 подавали в 10-процентному водяному розчині.

Як видно з табл. 2 при порівняно однаковій дисперсності цементу на режимах 2 і 7 продуктивність млинів збільшилася на 2,2 – 2,3 т/г і відповідно знизилася питома витрата електроенергії.

У режимах 4, 5 і 9, 10 продуктивність агрегатів збільшилася на 5 – 7 т/г, а питомі енерговитрати знизилися на 4,6 кВт·г/г.

При цьому характеристики міцності істотно не змінилися (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив ЛСТМ-1 на характеристики міцності цементу

Номер режиму	Нормальна густина, %	В/Ц	Термін тужавлення, год-хвилин		Границя міцності (МПа) у віці (діб)					
					При нормальному твердінні				при пропарці через 1 добу	
			Початок	Кінець	на згин		на стиск		На згин	На стиск
					3	28	3	28		
Портландцемент марки 500										
1	27,0	0,39	3-00	5-25	4,53	6,96	28,5	50,5	5,00	31,6
2	26,5	0,38	2-45	3-45	5,03	6,90	30,6	50,4	5,18	37,6
3	25,5	0,38	2-45	4-45	5,30	7,11	28,0	50,9	5,32	32,1
4	25,75	0,38	3-00	4-45	4,36	7,12	26,7	50,0	5,05	33,0
5	26,25	0,38	2-25	5-55	4,88	6,73	30,2	51,4	5,08	34,7
Портландцемент марки 400										
6	26,25	0,37	2-30	4-25	4,01	6,43	24,4	42,7	4,37	25,1
7	25,75	0,37	3-25	5-30	4,34	6,36	20,9	42,1	4,62	26,9
8	27,0	0,37	2-35	4-35	4,02	6,80	20,7	42,0	4,45	25,2
9	25,75	0,37	3-35	5-00	4,33	6,38	22,1	43,4	4,33	26,7
10	26,25	0,37	3-05	5-20	5,02	6,60	24,9	45,4	4,86	29,2

Примітка: Номери режимів, умови подачі добавки ЛСТМ-1 і ступінь помела такі ж самі, що і в табл. 2.

Ефективність дії ЛСТМ-1 у режимах 4, 5 і 9, 10 підтверджується і при оцінці по основному чиннику $\mathcal{E}/R_{сж28} \cdot \text{кВт} \cdot \text{г/т/МПа}$ – питомим енерговитратам на 1 МПа міцності.

Висновок.

Найбільш ефективним і економічним способом є введення водяного розчину ПАР у першу камеру за допомогою спеціальної пневмофорсунки в тонкодисперсному (розпиленому) стані на визначену ділянку кульової камери млина, де, відповідно до рекомендацій автора, знаходиться максимальна кількість найбільш міцної фракції матеріалу, що подрібнюється..

ПАР, як інтенсифікатори помела, підвищують ефективність роботи млинів і тоді, коли в них не спостерігається налипання матеріалу на молольні тіла і футерівку.

Використання технічних лігносульфонатів має важливе народногосподарське значення для їхньої утилізації як відходів целюлозно-паперових підприємств і є в той же час (при їхній модифікації) дешевим способом інтенсифікації помела цементу.

Наприклад, введення в млини ПАР у кількості від 0,01 по 0,03 % (по сухій речовині) у виді 10 – 12 % водяного розчину, в залежності від структури, хіміко-мінералогічного і гранулометричного складу клінкеру та добавок, дисперсності цементу, способу подачі ПАР і типорозміру млинів дозволяє збільшити їх продуктивність на 10 – 20 % і знизити питомі витрати електроенергії на 8 – 15 % (без погіршення міцносних властивостей в'язучого і без додаткових капітальних витрат) .

Список літератури: 1. *Богданов В.С.* Механическое оборудование предприятий промышленности стройматериалов. Оборудование для помола материалов / [В.С. Богданов, В.З. Пироцкий, Н.П. Несмеянов и др.]. – Белгород: БелГТАСМ, 1998. – 180 с. 2. *Карибаев К.К.* Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов / К.К. Карибаев. – Алма-Ата: Наука, КазССР, 1980. – 336 с.

Надійшла до редколегії 27.10.10

УДК 663.911:663.916.3

В.В. ЄВЛАШ, докт. техн. наук, проф., ХДУХТ,
І.М. ДЕМИДОВ, докт. техн. наук, проф., НТУ “ХП”,
О.В. НЄМІРІЧ, канд. техн. наук, доц., ХДУХТ,
А.В. ГАВРИШ, наук. співроб., ХДУХТ, м. Харків

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАЛІЗОВМІСНОЇ ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ НА ЯКІСТЬ ГЛАЗУРІ ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

В статті визначено вплив залізовмісної дієтичної добавки «Гемовітал» на якість шоколадної і кондитерської глазурі для кондитерських виробів під час зберігання. Застосовано волюметричний метод дослідження процесу окиснення жиру в глазурі для кондитерських виробів та вплив антиоксиданту «Фітрокс» на терміни зберігання глазурі для кондитерських виробів.